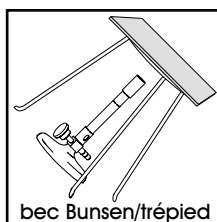
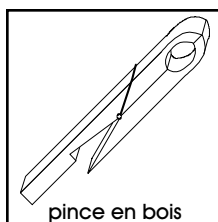
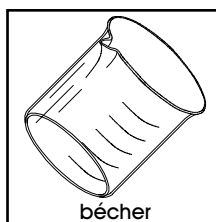


BUTS

Aborder la notion d'oxydation-réduction d'éléments métalliques. Cette expérience consiste à plaquer un métal par réaction d'oxydation-réduction, puis à former un alliage par réaction thermique.

MATERIEL

1 bécher de 100 ml, 1 pince en bois, 1 bec Bunsen avec trépied et plaque de céramique, allumettes.



REACTIFS

Solution de chlorure de zinc (ZnCl_2 1 M), granules de zinc (Zn), feuille de cuivre (Cu).

ZnCl_2		Zn		Cu	
état	solution 1 M	état	solide	état	solide
MM	136.29 g/mol	MM	65.38 g/mol	MM	63.55 g/mol
CH	récup	CH	récup	CH	récup
3	M	F	S	F	S

RECOMMANDATIONS

Manipuler avec précaution la solution de chlorure de zinc: **Ne pas ingérer ou mettre en contact avec la peau.**

MANIPULATIONS
ET DISCUSSION

1. Introduire 10-15 granules de zinc au fond d'un bécher.

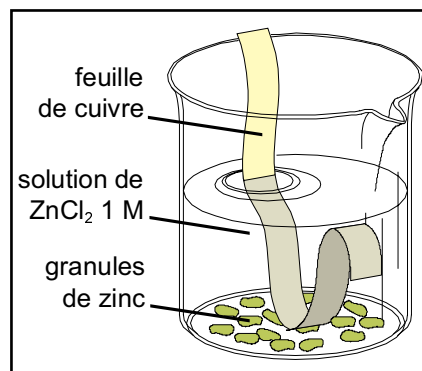
Dans ce bécher, ajouter environ 50-75 ml de la solution de chlorure de zinc. Introduire une feuille de cuivre dans la solution, de manière à immerger les 2/3 de sa longueur, selon le schéma ci-contre.



2. Allumer le bec Bunsen et porter la solution à ébullition durant environ 10-15 minutes et observer le changement d'état de surface de la feuille de cuivre. Remettre éventuellement la solution de chlorure de zinc à niveau en cours de chauffage, si l'évaporation est trop importante.

?

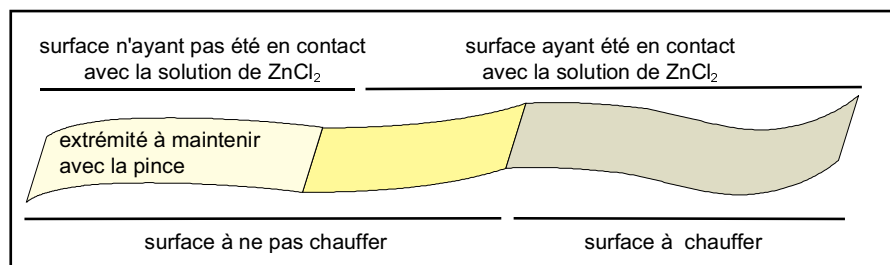
1. Discuter la coloration de la feuille de cuivre en contact avec la solution. Proposer une réaction simple d'échange d'électron(s) conduisant à cette observation.



3. Retirer le bécher du bec Bunsen. Récupérer la feuille de cuivre avec une pince en bois, la rincer à l'eau et la sécher.

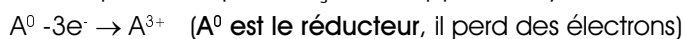
Maintenir la feuille de cuivre, avec la pince en bois, par l'extrémité n'ayant pas été en contact avec la solution de chlorure de zinc.

Approcher la feuille de cuivre au-dessus de la flamme du bec Bunsen et chauffer **modérément** l'extrémité inférieure sur ses deux faces, selon le schéma ci-dessous. Observer le changement d'état de surface.



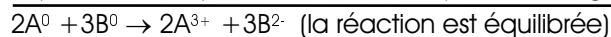
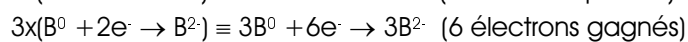
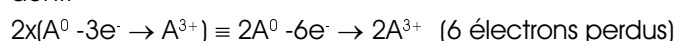
? 2. Discuter la coloration de la feuille de cuivre après traitement au bec Bunsen. Proposer une réaction simple pour tenir compte de cette observation.

◆ Lors d'une réaction d'oxydation-réduction, deux espèces s'échangent un ou plusieurs électrons. L'espèce qui donne des électrons est appelée réducteur, tandis que celle qui les reçoit est appelée oxydant:



◆ Lors de la réaction, les électrons ne peuvent pas exister sous forme libre; le nombre d'électrons gagnés par l'oxydant doit donc être exactement égal au nombre d'électrons perdus par le réducteur.

Par conséquent, la réaction d'oxydation-réduction nécessite d'être équilibrée par rapport au nombre d'électrons échangés; pour l'exemple précédent:



◆ Le réducteur est appelé ainsi car, en cédant des électrons, il réduit la charge portée par l'oxydant (B^{2-} a une charge nette réduite par rapport à B^0).

Inversément, l'oxydant, en captant des électrons, contribue à accroître la charge portée par le réducteur (A^{3+} a une charge nette plus élevée que A^0). Mnémotechniquement, on peut se souvenir que:

le réducteur réduit son partenaire et s'oxyde (A^0 s'oxyde et réduit B^0),

l'oxydant oxyde son partenaire et se réduit (B^0 se réduit et oxyde A^0).

? 3. En tenant compte des considérations énoncées ci-dessus, proposer une réaction d'oxydation-réduction permettant d'expliquer la première partie de l'expérience; en d'autres termes, quels sont les deux partenaires (donneur et accepteur d'électron) lors de la réaction?

RECUPERATION ET NETTOYAGE

Récupérer les granules de zinc et la feuille de cuivre dans le récipient de déchets **S (substances solides)**. Récupérer la solution de chlorure de zinc dans le récipient de déchets **M (métaux lourds)**.

Laver la verrerie utilisée à l'eau, puis la rincer à l'eau déminéralisée.

PREPARATION

Expérience individuelle.**1. Solution de chlorure de zinc 1 M:**

Pour 1000 ml de solution (suffisant pour environ 15-20 étudiants), peser environ 135-140 g $ZnCl_2$, dissoudre dans de l'eau déminéralisée et compléter à 1000 ml avec de l'eau déminéralisée. La précision de la concentration en $ZnCl_2$ n'est absolument pas critique pour cette expérience.

2. Granules de zinc:

Utiliser tels quels les granules de 3-8 mm. En cas d'oxydation de surface, pré-laver rapidement les granules dans une solution faiblement acidifiée (p. ex. HCl 1M), puis les rincer à l'eau déminéralisée.

3. Feuille de cuivre:

Découper des bandes d'environ 2 cm × 10 cm dans une feuille de cuivre de 0.5-1 mm d'épaisseur. En cas d'oxydation de surface, pré-laver rapidement les bandes dans une solution faiblement acidifiée (p. ex. HCl 1M), les rincer à l'eau déminéralisée et à l'acétone, puis les sécher avec un chiffon.

4. Matériel nécessaire pour 1 étudiant:

1 bécher de 100 ml
1 pince en bois
1 bec Bunsen, 1 boîte d'allumettes

5. Durée de l'expérience:

Environ 60 min de manipulations.

DISCUSSION

? **1. Discuter la coloration de la feuille de cuivre en contact avec la solution. Proposer une réaction simple d'échange d'électron(s) conduisant à cette observation.**

La coloration de la feuille de cuivre indique que du zinc métallique s'y est déposé.

Il est pertinent de proposer que le zinc, en solution sous forme Zn^{2+} , s'est réduit sur le cuivre selon la réaction simple $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn^0$.

Cette réaction n'est pas complète, puisqu'elle nécessite la présence d'un réducteur capable de fournir 2 électrons au Zn^{2+} (voir le point 3 ci-dessous).

? **2. Discuter la coloration de la feuille de cuivre après traitement au bec Bunsen. Proposer une réaction simple pour tenir compte de cette observation.**

Après traitement thermique, le métal déposé à la surface du cuivre acquiert une couleur or, différente de celle du cuivre métallique.

L'énergie fournie par la flamme permet au cuivre et au zinc de se combiner sous la forme d'un alliage, le laiton, selon la réaction simple $Cu^0 + Zn^0 \rightarrow CuZn^0$.

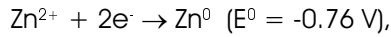
L'alliage consiste en une solution solide, dans laquelle les atomes de cuivre et de zinc sont homogènement répartis. Dans cette expérience, l'alliage n'est formé qu'en surface.

L'analyse chimique du laiton formé permettrait de déterminer la proportion de zinc dans le cuivre ($xCu + (1-x)Zn \rightarrow Cu_xZn_{(1-x)}$). Les laitons peuvent contenir jusqu'à 45% de Zn.

? **3. En tenant compte des considérations énoncées ci-dessus, proposer une réaction d'oxydation-réduction permettant d'expliquer la première partie**

de l'expérience; en d'autres termes, quels sont les deux partenaires (donneur et accepteur d'électron) lors de la réaction?

La réaction d'oxydation-réduction qui prend place lors de cette expérience est particulièrement complexe. En effet, si l'on considère les potentiels standards des réactions de réduction du cuivre et du zinc:



il est clair que le zinc est plus réducteur (potentiel plus négatif) que le cuivre et que la réaction spontanée attendue, $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn}^0 \rightarrow \text{Cu}^0 + \text{Zn}^{2+}$ ($\Delta E^0 = +1.1 \text{ V}$), ne peut pas avoir lieu, puisqu'il n'y a pas de Cu^{2+} en solution (et qu'il peut être démontré par analyse chimique qu'il ne se forme pas au cours de l'expérience).

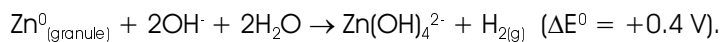
En l'occurrence, l'agent réducteur de Zn^{2+} est le zinc métallique lui-même, pour autant que le cuivre métallique soit aussi présent et agisse en tant que récepteur des atomes de zinc formés. La réaction complète d'oxydation-réduction est donnée par:



Le Zn^{2+} présent en solution est donc réduit en zinc métallique, **par le zinc métallique**, à la surface du cuivre métallique.

Il est également possible, par cette procédure, de déposer du zinc métallique sur du platine ou du graphite ($\Delta E^0 = +1.2 \text{ V}$), de l'argent ($\Delta E^0 = +1.0 \text{ V}$), ou du fer ($\Delta E^0 = +0.8 \text{ V}$).

Une variante populaire de cette expérience ("the golden penny") consiste à faire bouillir une solution de NaOH 3 M contenant des granules de zinc (en absence de ZnCl_2). Dans ces conditions, le zinc métallique est oxydé en Zn^{2+} par les ions hydroxydes selon la réaction:



Le Zn^{2+} ainsi formé (présent sous forme d'ion zincate $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$) peut alors être réduit en zinc métallique par l'hydrogène gazeux, à la surface de la feuille de cuivre métallique. En raison de la causticité élevée de la solution de NaOH , il est cependant déconseillé de suivre cette procédure.

La figure ci-dessous résume les différentes observations de l'expérience:

